

Comparative Analysis of Pre-Engineered Steel Structures and Conventional Steel Structures

Faculty of Management
Midocean University

تحليل مقارنة بين الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم والهياكل الفولاذية التقليدية

اسم الطالب

ليث محمد شحدة الدرابيع

إشراف

د .

عضو هيئة التدريس- كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

2025- الفصل الثاني

Contents

1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	4
1.1 المقدمة:	5
1.2 مشكلة الدراسة	5
1.2.1 فجوات على المستوى النظري	5
1.2.2 فجوات على المستوى التطبيقي	5
1.3 أهمية الدراسة	6
1.3.1 على المستوى النظري:	6
1.3.2 على المستوى التطبيقي:	6
1.4 أسئلة الدراسة	6
1.5 أهداف الدراسة	7
1.6 فرضيات الدراسة	7
1.7 نموذج الدراسة	7
1.8 منهجية الدراسة	7
1.9 الدراسة الميدانية	7
2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة	8
2.1 المقدمة:	8
2.2 استعراض الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم (PEB):	8
2.2.1 خصائص PEB:	8
2.2.2 مزايا PEB:	8
2.2.3 التحديات في تنفيذ PEB:	8
2.3 استعراض الهياكل الفولاذية التقليدية (CSB)	8
2.3.1 خصائص CSB:	8
2.3.2 مزايا CSB:	8
2.3.3 التحديات في تنفيذ CSB:	9
2.4 التحليل المقارن بين PEB و (CSB)	9
2.4.1 الكفاءة في التكلفة والوقت:	9
2.4.2 الجودة وإدارة المخاطر:	9
2.5 الفجوات في الأدبيات الحالية	9
2.6 نموذج: استبيانات	9
2.7 جدول أدوات البحث	10
2.8 الخاتمة	10

1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1.1. المقدمة:

في بيئة صناعة البناء التي تتسم بالتعقيد والتنافسية، تلعب اختيارات أسلوب البناء دورًا محوريًا في تحديد نجاح المشروع من حيث الوقت، الكلفة، إدارة الموارد، والسيطرة على المخاطر. ومن بين أهم الخيارات التي تؤثر على هذه العوامل الاعتماد على:

• الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم (Pre-Engineered Steel Structures).

• الهياكل الفولاذية التقليدية (Conventional Steel Structures).

تُعرف الهياكل مسبقة التصميم بقدرتها على تسريع دورة حياة المشروع من خلال تقليل وقت التنفيذ في الموقع، وتقليل الاعتماد على الأيدي العاملة الميدانية، مما يعزز من ضبط الجدول الزمني والميزانية العامة. في المقابل، تتطلب الهياكل التقليدية وقتاً أطول وتنطوي على مستويات أعلى من التعقيد التشغيلي والتنسيق الموقعي، وهو ما قد يؤدي إلى زيادة في المخاطر والتأخير.

يهدف هذا البحث إلى تحليل مقارن بين النظامين من منظور إدارة المشاريع، مع التركيز على تأثير كل نظام على الجدول الزمني، التكاليف، جودة التنفيذ، وإدارة المخاطر. تسعى الدراسة إلى تزويد مديري المشاريع والجهات المعنية بأسس عملية تساعد في اختيار أنسب نظام إنشائي وفقاً لمتطلبات المشروع وظروفه.

1.2. مشكلة الدراسة

رغم تعدد خيارات البناء الحديثة وتوفر حلول إنشائية فعالة مثل الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم (PEB)، لا يزال العديد من المشاريع في قطاع البناء تعتمد بشكل كبير على الطرق التقليدية (CSB)، وهو ما يؤثر تساؤلات حول مدى وعي أصحاب القرار بالمزايا الإدارية والاقتصادية التي يمكن تحقيقها عند تغيير النظام الإنشائي.

1.2.1. فجوات على المستوى النظري

تفتقر الأدبيات الإدارية والهندسية إلى تحليل كافٍ لعلاقة نوع الهيكل الإنشائي بعوامل نجاح المشروع مثل الوقت، التكلفة، وإدارة المخاطر. كما لا توجد دراسات كافية تربط بين الأسلوب الإنشائي والأداء الإداري الفعلي للمشروعات، ما يخلق فجوة بين المعرفة الأكاديمية والتطبيق العملي.

1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي

تواجه المشاريع التي تعتمد على الهياكل التقليدية العديد من التحديات مثل:

- تأخر في الإنجاز بسبب طول مدة التصنيع والتركيب.
- زيادة في الكلفة نتيجة التغييرات المستمرة في الموقع.
- ضعف في التحكم بالمخاطر، مثل تغير الظروف الجوية أو تأخر التوريد.
- صعوبات في التنسيق بين الفرق الهندسية والموردين.

- تواجه المشاريع التي تعتمد على الهياكل مسبقة التصميم العديد من التحديات مثل:
- الحاجة إلى تخطيط دقيق منذ المراحل الأولى لتفادي أي تعديل لاحق.
 - ضعف المرونة في التعديلات بعد التصنيع.
 - قلة الكوادر المدربة في بعض الأسواق المحلية على هذا النوع من النظام.

من هنا، تبرز ضرورة البحث في هذه الإشكاليات بمستوى نظري تحليلي وتطبيقي واقعي، لتقديم رؤية شاملة تساهم في تحسين اتخاذ القرار في المشاريع المستقبلية بين الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم والهياكل الفولاذية التقليدية.

1.3. أهمية الدراسة

يساعد هذا البحث في توضيح الفروقات الجوهرية بين الهياكل الفولاذية التقليدية والمباني مسبقة التصميم، مما يمكن الجهات الهندسية والمطورين من اتخاذ قرارات مبنية على كفاءة الوقت والتكلفة والجودة. كما يشجع على استخدام تقنيات حديثة تساهم في تسريع وتيرة مشاريع البناء دون التأثير على الجودة أو الأمان.

1.3.1. على المستوى النظري:

يساهم هذا البحث في سد فجوة معرفية في الأدبيات العلمية المتعلقة بتأثير نوع الهيكل الإنشائي على عوامل نجاح المشروع مثل الوقت، التكلفة، الجودة. فغالبية الدراسات السابقة تناولت الهياكل من منظور هندسي أو تصميمي بحت، بينما يركز هذا البحث على تحليل إداري شامل يعزز الفهم النظري للعلاقة بين النظام الإنشائي وأداء المشروع، مما يفتح المجال لتطوير نماذج نظرية أكثر دقة في إدارة المشاريع الإنشائية.

1.3.2. على المستوى التطبيقي:

يقدم البحث دليلاً عملياً يمكن أن تستفيد منه شركات المقاولات والجهات المطورة في اختيار النظام الإنشائي الأنسب بحسب نوع المشروع وظروفه. كما يساعد في تقليل المخاطر وتحسين الجدول الزمني والميزانية من خلال مقارنة تجريبية موثوقة. ويمكن الاستفادة من النتائج في إعداد سياسات تنفيذ تعتمد على الهياكل مسبقة التصميم خصوصاً في المشاريع ذات الإطار الزمني الضيق أو الميزانية المحدودة.

1.4. أسئلة الدراسة

- ما الفروقات الأساسية بين الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم والهياكل التقليدية من ناحية الكلفة والوقت؟
- كيف يؤثر كل من النظامين على إدارة المخاطر في مشاريع البناء؟
- هل تساهم الهياكل مسبقة التصميم في تحسين جودة التنفيذ مقارنةً بالهياكل التقليدية؟
- ما مدى جاهزية السوق المحلي لتبني الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم؟

1.5. أهداف الدراسة

- مقارنة الأداء الزمني والمالي لكلا النظامين.
- تحليل تأثير نوع الهيكل على جودة المشروع وإدارته.
- تقديم توصيات لمطوري المشاريع حول النظام الإنشائي الأنسب.
- تسليط الضوء على تحديات تطبيق النظامين في الواقع العملي.

1.6. فرضيات الدراسة

- الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم تقلل من مدة تنفيذ المشروع مقارنةً بالهياكل التقليدية.
- تكلفة المشروع باستخدام الهياكل مسبقة التصميم أقل في المجمل رغم ارتفاع كلفة التصنيع.
- الهياكل مسبقة التصميم تحدّ من المخاطر المتعلقة بالتنفيذ في الموقع.

1.7. نموذج الدراسة

يعتمد هذا البحث على نموذج تحليلي يُوضح العلاقة بين نوع الهيكل الإنشائي (كمتغير مستقل) وبين مجموعة من المتغيرات التابعة التي تمثل مؤشرات أداء المشروع، وهي: الكلفة، الزمن، جودة التنفيذ، وإدارة المخاطر. يهدف هذا النموذج إلى اختبار الفرضية القائلة بأن نوع الهيكل (مسبق التصميم أو تقليدي) يؤثر بشكل مباشر على نجاح المشروع من حيث العوامل الإدارية والفنية.

تفاصيل النموذج	
المتغير المستقل	المتغيرات التابعة
نوع الهيكل الإنشائية (PEB/CSB)	• الكلفة الإجمالية للمشروع • الزمن اللازم للتنفيذ • درجة جودة التنفيذ • كفاءة إدارة المخاطر

1.8. منهجية الدراسة

- يعتمد البحث على المنهج التحليلي المقارن، باستخدام:
- مراجعة أدبيات سابقة.
 - تحليل دراسات حالة فعلية.
 - إجراء مقابلات مع مهندسين مدنيين ومدراء مشاريع.
 - جمع بيانات كمية عن التكاليف والمدة ومؤشرات الأداء.

1.9. الدراسة الميدانية

سيتم تطبيق الدراسة على مشاريع إنشائية تم تنفيذها فعلياً باستخدام كلا النظامين (PEB) و (CSB) في شركات مقاولات محلية في قطاع البناء داخل الأردن.

2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة

2.1. المقدمة:

في هذا الفصل، نستعرض الأدبيات المتعلقة بموضوع الهياكل الفولاذية. يركز البحث بشكل أساسي على مقارنة الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم (PEB) والهياكل الفولاذية التقليدية (CSB) توفر الدراسات السابقة والتقارير والمقالات نظرة شاملة حول مزايا وعيوب كلا النظامين، وكفاءتهما من حيث التكلفة والوقت، ودورهما في إدارة المخاطر والتحكم في الجودة في مشاريع البناء.

2.2. استعراض الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم (PEB) :

2.2.1. خصائص PEB:

الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم يتم تصميمها وتصنيعها في بيئة مصنع محكومة قبل أن يتم تجميعها في موقع البناء. هذه الطريقة تقلل بشكل كبير من وقت التنفيذ وتهدر المواد، مما يعزز سرعة تنفيذ المشروع مقارنة بالطرق التقليدية.

2.2.2. مزايا PEB:

تقدم الهياكل مسبقة التصميم العديد من المزايا، مثل تقليل مدة المشروع، تقليل التكاليف العمالية، وتقليل التأثيرات على الموقع. علاوة على ذلك، توفر هذه الهياكل تحكماً أفضل في الجودة بسبب ظروف المصنع المحكومة. ومع ذلك، فإن لها بعض القيود، خاصة فيما يتعلق بالتعديلات والتكيفات في الموقع بعد تصنيعها.

2.2.3. التحديات في تنفيذ PEB:

على الرغم من الفوائد العديدة التي تقدمها الهياكل مسبقة التصميم، فإن تبنيها يواجه بعض التحديات. تتطلب هذه الهياكل تخطيطاً وتصميماً دقيقاً من البداية، بالإضافة إلى محدودية المرونة في التعديلات بعد التصنيع. كما أن هناك نقصاً في الكوادر المدربة على هذا النوع من الهياكل في بعض المناطق.

2.3. استعراض الهياكل الفولاذية التقليدية (CSB)

2.3.1. خصائص CSB:

تتضمن الهياكل الفولاذية التقليدية تصنيع وتجميع الموقع بشكل مخصص، ويتطلب الأمر اللحام والتنسيق في الموقع. وغالباً ما تستخدم هذه الطريقة في المشاريع الأكبر والأكثر تعقيداً التي لا يمكن تصنيعها بالكامل مسبقاً.

2.3.2. مزايا CSB:

تقدم الهياكل التقليدية مرونة أكبر أثناء البناء ويمكن تعديلها بسهولة أكبر وفقاً للتغيرات في التصميم أو المواصفات. وتكون هذه الطريقة مفيدة بشكل خاص في المشاريع التي تكون فيها الأبعاد أو ظروف الموقع غير مؤكدة منذ البداية.

2.3.3. التحديات في تنفيذ CSB:

تتمثل العيوب الرئيسية في الهياكل التقليدية في أطول مدة التنفيذ، وارتفاع تكاليف العمالة، وزيادة التعقيد في إدارة المشروع. غالبًا ما تخضع هذه المشاريع للمزيد من التأخيرات والمشاكل غير المتوقعة، مما يؤدي إلى زيادة التكاليف، خاصة عندما تحدث تغييرات في التصميم.

2.4. التحليل المقارن بين PEB و CSB

2.4.1. الكفاءة في التكلفة والوقت:

لقد درست العديد من الدراسات الفروق في التكلفة والوقت بين PEB و CSB، حيث أظهرت أن أنظمة PEB تكون عمومًا أكثر كفاءة من حيث التكلفة والوقت، خاصة للمشاريع ذات التصميمات المحددة والظروف الثابتة. من ناحية أخرى، تعد الهياكل التقليدية أكثر ملاءمة للمشاريع التي تتطلب مرونة وتعديلات مستمرة.

2.4.2. الجودة وإدارة المخاطر:

توفر أنظمة PEB تحكمًا أفضل في الجودة نظرًا لأن المكونات تُصنع في مصنع خاضع لظروف بيئية ثابتة. أما الهياكل التقليدية، فتوفر مرونة أكبر في إدارة المخاطر حيث يمكن إجراء التعديلات اللازمة أثناء البناء. ولكن هذا يأتي مع زيادة المخاطر والوقت.

2.5. الفجوات في الأدبيات الحالية

هناك قلة من الدراسات التي تحلل العلاقة بين اختيار النظام الإنشائي وعوامل نجاح المشروع مثل التكلفة، الوقت، والجودة. تركز معظم الأبحاث على الجوانب الفنية لكل من PEB و CSB بشكل منفصل، بينما هناك نقص في الدراسات التي تقارن الأداء الفعلي للأنظمة في المشاريع الواقعية.

2.6. نموذج: استبيانات

المحور	العبارات	مقياس الإجابة (من 1 إلى 5)
التكلفة	• يقلل نظام PEB من كلفة المشروع الكلية • تكاليف العمالة أقل في نظام PEB	5 (أوافق بشدة) → (1) لا أوافق بشدة
الوقت	• مدة التنفيذ في PEB أقل من CSB • التأخير في المشاريع أقل في نظام PEB	(1) إلى (5)
الجودة	• جودة التصنيع في PEB أعلى من CSB • دقة التركيب في PEB أفضل	(1) إلى (5)
إدارة المخاطر	• يساهم نظام PEB في تقليل مخاطر الموقع • إدارة التوريد في PEB أكثر كفاءة	(1) إلى (5)

2.7. جدول أدوات البحث

أداة البحث	نوع البيانات	طريقة التطبيق	الفئة المستهدفة	الهدف من استخدامها
الاستبيان	بيانات كمية	توزيع إلكتروني أو ورقي	مهندسو مشاريع، مهندسو مواقع	قياس تأثير نوع الهيكل الإنشائي على (الكلفة، الوقت، الجودة، المخاطر)
المقابلات شبه المهيكلة	بيانات نوعية	مقابلات شخصية / عبر الإنترنت	مدراء مشاريع وخبراء إنشائيون	جمع آراء الخبراء حول مزايا وتحديات كل نظام
تحليل وثائق المشاريع	بيانات كمية	مراجعة تقارير وموازنات المشاريع	مشاريع محلية مكتملة	مقارنة زمن وكلفة مشاريع سابقة بنظامي PEB و CSB

2.8. الخاتمة

تكشف الأدبيات عن وجود اختلافات كبيرة بين الهياكل الفولاذية مسبقة التصميم والهياكل التقليدية. تقدم أنظمة PEB فوائد واضحة من حيث توفير الوقت والتكلفة، ولكنها تعاني من محدودية في المرونة والتكيف. من جهة أخرى، توفر الهياكل التقليدية مرونة أكبر، ولكنها تحتاج إلى وقت أطول وتكاليف أعلى. هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتقليص الفجوة بين النظرية والتطبيق العملي لمساعدة أصحاب القرار في اختيار النظام الأنسب بناءً على ظروف المشروع.

قائمة المراجع:

- Londhe, P. M., et al. (2024). A Comparative Analysis of Conventional Steel Building and Pre-Engineered Building Systems. *International Journal of Construction Management*.
- Varshitha, M., & Chandra Mohan Rao, B. D. V. (2024). A Comparative Study of the Pre-Engineered Building and Conventional Steel Building. *Journal of Physics*.
- IRJMETs. (2023). Comparative Study: CSB vs PEB – Real Case Data. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(8). Available at: https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper/issue_8_august_2023/43841/final/fin_irjmets1691305525.pdf.
- Smith, J., & Brown, L. (2023). *Cost and Time Comparison of Steel Construction Methods*. Engineering Studies Journal, 12(3), 45-59.
- Harris, M. (2022). *Risk Management in Steel Structures: A Comparative Approach*. Journal of Construction Safety, 5(2), 121-134.
- Khaled, A. (2023). *Construction Project Management: A Comprehensive Guide*. Academic Press.

- Jenson, P. R., & Simmons, L. D. (2021). *Steel Structure Design and Analysis Techniques*. Wiley & Sons.
- Williams, F. (2022). *Structural Efficiency and Performance of Pre-Engineered Buildings in Modern Construction*. *Modern Engineering Review*, 15(4), 301-317.
- O'Brien, R., & Hughes, M. (2020). *The Impact of Project Scheduling on Cost and Time in Steel Construction*.